

УДК 378.147

Анічкіна О.В.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ ХІМІЧНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ У ФОРМУВАННІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-МЕТОДИЧНИХ ВМІНЬ СТУДЕНТІВ ПРОВОДИТИ ШКІЛЬНИЙ ХІМІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

В статті розглянуто основні способи використання віртуальної хімічної лабораторії на лабораторних заняттях з методики викладання хімії, котрі присвячені формуванню експериментально-методичних вмінь студентів проводити шкільний хімічний експеримент. Проаналізовано літературні джерела із використання віртуального хімічного експерименту на уроках хімії та створено відповідну систему вправ тренувального та узагальнюючого характеру, які дають змогу студенту підготуватися до проведення і реалізувати на практиці шкільний демонстраційний хімічний експеримент. Також проаналізовано ефективність використання віртуальної хімічної лабораторії у підготовці студентів – майбутніх вчителів хімії до проведення шкільних хімічних експериментів. Розглянуто отримані результати та визначено готовність студентів проводити досліди технічно грамотно, безпечно, максимально наочно, впевнено та ін.

Ключові слова: хімічний експеримент, демонстраційний хімічний експеримент, віртуальна хімічна лабораторія, техніка хімічного експерименту, методика хімічного експерименту, тренувальні вправи, узагальнюючі вправи, уніфікація експериментального обладнання.

Аничкина Е. В. Возможности использования виртуальной химической лаборатории в формировании экспериментально-методических умений студентов проводить школьный химический эксперимент

В статье рассмотрены основные способы использования виртуальной химической лаборатории на лабораторных занятиях по методике преподавания химии, которые посвящены формированию экспериментально-методических умений студентов проводить школьный химический эксперимент. Проанализированы литературные источники по использованию виртуального химического эксперимента на уроках химии и создана соответствующая система упражнений тренировочного и обобщающего характера, которые дают возможность студенту подготовиться к проведению и реализовать на практике школьный демонстрационный химический эксперимент. Также проанализирована эффективность использования виртуальной химической лаборатории в подготовке студентов – будущих учителей химии к проведению школьных химических экспериментов. Рассмотрены полученные результаты и определена готовность студентов проводить опыты технически грамотно, безопасно, максимально наглядно, уверенно и др.

Ключевые слова: химический эксперимент, демонстрационный химический эксперимент, виртуальная химическая лаборатория, техника химического эксперимента, методика химического эксперимента, тренировочные упражнения, обобщающие упражнения, унификация экспериментального оборудования.

Anichkina O. V. Virtual chemical laboratory possibilities in formation of students experimental – metodologikal skills to conduct school chemical experiment. The article considers main ways of virtual chemical laboratory use at laboratory classes in the course of methods of teaching – methodological skills to conduct school chemical experiment. Literature data on virtual chemical experiment use at chemistry classes are analyzed and the system of training and generalizing exercises which helps students to prepare and conduct school demonstrative chemical experiment is established. Also, the efficiency of virtual chemical laboratory use in training students – future chemistry teachers to conduct school chemical experiments is analyzed. Obtained results are considered and the willingness of students to conduct experiments technically correctly, safely, demonstratively, confidently, etc is determined.

Keywords: chemical experiment, demonstrative chemical experiment, virtual chemical laboratory, chemical experiment techniques, methods of chemical experiment.

Постановка проблеми. В сучасній вищій школі різко постала проблема формування експериментально-методичних вмінь майбутніх вчителів хімії, оскільки, виникає конфлікт між рівнем підготовки студентів – майбутніх вчителів хімії у вищій школі та розвитком навчального процесу у середній школі. Тобто, з одного боку відбувається постійне скорочення часу аудиторної роботи, яка відводиться на оволодіння навиками техніки та методики шкільного хімічного експерименту, збіднення матеріальної бази школи, знижується рівень хімічної та загальноосвітньої підготовки студентів, які вступають на навчання за педагогічними професіями, що

обумовлено низькою престижністю вчительської професії і ін. З іншого боку, відбувається постійний динамічний розвиток середньої школи (технологій, методів, засобів, форм навчання), що в свою чергу, вимагає від молодих вчителів достатньо високого рівня сформованості вмінь включати шкільний хімічний експеримент в урок, як основний метод і спосіб формування хімічних знань та вмінь учнів.

Таким чином, вчитель повинен забезпечити максимальну ефективність проведення і пояснення хімічного експерименту в школі використавши мінімум реактивів та обладнання, проявивши вищий рівень професій-

ної майстерності використовувати хімічний експеримент як метод та об'єкт пізнання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для розв'язання цієї проблеми, сучасні вчені – методисти модернізують існуючі технології, форми, методи та засоби навчання і адаптують їх до умов сучасної школи. Одним з таких засобів формування експериментально-методичних вмінь ми вважаємо віртуальну хімічну лабораторію. Аналізуючи останні публікації вітчизняних та закордонних вчених – методистів О.Г. Ярошенко [1], В.В. Валюк [2], Д.Ю. Добротина та О.А. Журина [3], В.В. Загорського [4], Дж. Макбрайд [5], Т. Андерсона та Ф. Еллоуї [6], М.В. Деркач Т.М. [7], Прибори Н.А. [8], які присвячені можливостям використання віртуального хімічного експерименту на уроках, ми прийшли до висновку, що використання віртуального навчання є невід'ємною складовою організації навчального процесу.

Стає зрозумілим, що використання віртуального навчання, а зокрема, віртуального хімічного експерименту, вимагає від учителя хімії вміння включати його в навчальний процес на уроці та поза ним. Це стає основою для використання віртуальної хімічної лабораторії у вищій школі, як одного із засобів навчання та оволодіння професійними вміннями, визначення можливостей ефективного поєднання натурного та віртуального хімічного експерименту, формування вмінь створювати елементи віртуальної хімічної лабораторії.

Тому **основними завданнями** цієї статті ми визначили: обґрунтувати можливостей використання віртуального хімічного експерименту в підготовці майбутніх вчителів до проведення всіх видів шкільного хімічного експерименту; запропонувати способи використання віртуальної хімічної лабораторії для підготовки студентів до лабораторних робіт з методики навчання хімії та виконання завдань лабораторної роботи з навчальної дисципліни; дослідити ефективність використання віртуальної хімічної лабораторії у формуванні експериментально-методичних вмінь студентів вищої педагогічної школи.

Формулювання мети дослідження. Мета статті – довести ефективність використання саморобної віртуальної хімічної лабораторії у вищій педагогічній школі, як ефективного засобу формування експериментально-методичних вмінь студентів – майбутніх вчителів хімії.

Викладення основного матеріалу дослідження. На сучасному етапі розвитку освіти віртуальний хімічний експеримент став одним з основних методів проведення хімічного експерименту в школі, він поступово витісняє натурний експеримент з реальними об'єктами, оскільки має ряд переваг. По-перше, економить час, бо тривалі дослідження можуть бути змонтовані з фрагментів проміжки між якими вирізані. По - друге, економить і замінює реактиви та обладнання, котрого не вистачає в лабораторії. По - третє, робить дослід повністю безпечним. По-четверте, робить дослід максимально наочним, проектування на великий екран дає можливість роздивитися прилад або установку для проведення дослідів дуже чітко. По-п'яте, вчитель може заховати за віртуальним досвідом власну експериментально-методичну некомпетентність.

Ми вирішили проблему, як можна використовувати віртуальний експеримент з хімії у підготовці майбутніх вчителів хімії до проведення шкільних експериментів і відповідно, проаналізували можливість використання ними віртуального експерименту в майбутній

професійній діяльності. У навчальному процесі ми використовуємо віртуальну хімічну лабораторію, як засіб формування, вдосконалення та контролю вмінь проводити реальний хімічний експеримент.

Для нас, віртуальна хімічна лабораторія - це систематизовані самостійно відзняті відеофрагменти, які відображають всі шкільні демонстраційні дослідів з хімії, які пропонує для виконання програма з хімії для середньої загальноосвітньої школи [9].

Віртуальна хімічна лабораторія виступає одним із засобів формування експериментально-методичних умінь студентів проводити всі види шкільного хімічного експерименту під час оволодіння навчальною дисципліною «Методика навчання хімії».

Ми використовуємо віртуальну хімічну лабораторію під час вивчення навчальної дисципліни «Методика навчання хімії» в таких основних випадках.

Підготовка студентів до лабораторного заняття з демонстрування шкільних хімічних дослідів.

У ході підготовки до демонстрування дослідів на занятті з методики навчання хімії студенти обов'язково переглядають необхідні демонстрації (відеофрагменти) віртуальної хімічної лабораторії. Це дає їм можливість визначити:

1. Послідовність операцій і власних дій під час проведення демонстрації;
2. Реальний час проведення всього дослідів та окремих його етапів;
3. Умови проведення та ознаки проходження реакції;
4. Посуд, реактиви та обладнання необхідне для демонстрації;
5. Реалізацію основних вимог до демонстраційних дослідів;
6. Правила техніки безпеки під час проведення досвіду;
7. Особливості проведення експерименту та інше.

Наприклад, під час підготовки студентів до демонстрування дослідів з теми шкільного курсу хімії «Хімічні реакції», як приклад реакції розкладання використовують дослід «Термічне розкладання купрум (II) гідроксиду».

Переглянувши відеофрагмент з цим дослідом студенти визначають в робочих зошитах такі основні характеристики експерименту:

1. Мета проведення дослідів (оскільки, чітко зрозуміло для чого проводиться цей дослід, які явища учень має можливість спостерігати в ході проведення дослідів).
2. Перелік хімічних реактивів, посуду та обладнання, потрібні для виконання дослідів (розчини купрум (II) сульфату та натрій гідроксиду, демонстраційна пробірка, лабораторний штатив, нагрівальний прилад (газовий пальник або спиртівка), сірники).
3. Спосіб добування та фізичні властивості вихідних речовин (купрум (II) гідроксид - блакитний драглистий осад, який отримують з будь-якої водорозчинної солі купрум (II) і луку, безпосередньо перед проведенням дослідів).
4. Об'єм добутої речовини в пробірці, яку нагрівають (не більше 1/3 пробірки відповідно до правил техніки безпеки);
5. Основні правила техніки безпеки, яких необхідно дотримуватися (правила нагрівання пробірки: прогріти всю пробірку, не направляти отвір пробірки в бік людей, злегка перемішувати вміст пробірки під час нагрівання, тримати пробірку макси-

мально горизонтально, щоб уникнути «вистрілювання» вмісту пробірки при закипанні).

6. Реальний час проведення досліду (від початку нагрівання до отримання продукту необхідно 20-40 секунд).

7. Фізичні властивості продуктів реакції (купрум (II) оксид - чорний осад).

8. Ознаки проходження реакції (зміна забарвлення із інтенсивно блакитного на чорне).

Після такої підготовки до проведення експерименту, студенту значно легше описати методику пояснення даного демонстраційного хімічного експерименту, оскільки стає зрозумілим мета проведення, техніка виконання, умови та ознаки проходження реакції, тобто, студент реально ознайомлений з технічною стороною досліду і повністю готовий до підготовки методичної складової шкільної демонстрації.

Тренувальні вправи з коментування шкільного демонстраційного хімічного експерименту. Тренувальні вправи з коментування ми називаємо «німими дослідами». Такі вправи необхідні студентам, особливо на початку вивчення методики демонстрування хімічних експериментів в школі, оскільки, відсутній досвід пояснення експерименту і включення його в урок, і більше уваги студенти приділяють саме результату хімічного експерименту, отриманню продукту реакції, а не використанню досліду як елементу уроку, який формує певні знання та вміння учнів. Під час самостійної підготовки до заняття з демонстрування дослідів (без використання натурального експерименту) або ж на самому лабораторному занятті (за умови відсутності реактивів та обладнання, як виняток) студент може коментувати відеофрагмент присвячений демонстраційному досліду, який вивчається.

Так, наприклад, ми пропонуємо студентам прокоментувати демонстраційний дослід «Взаємодія гліцеролу з натрієм», котрий проводиться в 9 класі, в темі «Основні органічні сполуки». Відеофрагмент відображає, як, у вертикально закріплену в штативі пробірку, наливають 4-5 мл гліцеролу (це в'язка, безбарвна рідина). Далі, з темної пляшечки дістають (пінцетом) невеликий (розміром з горошину), шматочок металевого натрію (сріблясто-біла тверда речовина з металічним блиском), просушують його на фільтрувальної папері (оскільки, натрій зберігається під шаром гасу) і вміщують в закріплену пробірку. Пробірку нагрівають (секунд 20 - 40) і після очікування, в пробірці, проскакує іскра (помітний вогник), після чого нагрівання припиняють (одразу). Далі реакція відбувається самостійно (екзотермічна реакція, нагрівання потрібне тільки для ініціації реакції). В ході реакції виділяється газ (водень), який займається (спалах). Дослід закінчений. Коментування такого досліду вимагає від студентів розуміння хімізму процесу, який вони спостерігають і чіткого хронометрування кожного етапу. Економне використання часу на уроці, ергономічна організація вчительського простору стає передумовою викладення навчального матеріалу теми учням в повному обсязі, досягнення всіх поставлених цілей уроку, формування системи міцних знань та вмінь учнів.

Розвиваючі вправи з коментування дослідів (повторне проведення дослідів в шкільному курсі хімії, проведення дослідів із яскравим історичним, між предметним, побутовим змістом). Можливості урізноманітнення демонстраційних дослідів, котрі повторюються в шкільному курсі хімії, збагачує творчий процес ви-

вчення методики навчання хімії шляхом використання різноманітних підходів до проведення дослідів як технічних так і методичних.

Так, утворення амоній хлориду, взаємодія натрію і кальцію з водою, взаємодія кальцій оксиду з водою та інші, проводяться в шкільному курсі хімії не менше двох разів під час вивчення різних тем. Повторення цих дослідів за однаковою технікою недоцільне, оскільки, окрім витрат реактивів і часу не дасть особливого результату. Ми пропонуємо замінити повторне реальне проведення таких дослідів коментуванням віртуальних відеофрагментів, які демонструються на екран через мультимедійний проектор. При цьому студенти мають можливість використовувати різноманітні техніки проведення таких дослідів (амоній хлорид добувається: дотиканням різного посуду – чашок Петрі, тиглів, стаканчиків, або в прозорій трубці, в яку з різних боків вміщується вата просочена розчинами амоніаку та хлоридною кислоти і ін.).

Тренувальні вправи на поєднання шкільного демонстраційного хімічного експерименту і слова вчителя. В сучасній практиці навчання використовують такі способи поєднання слова вчителя із демонстраційним дослідом: ілюстративний, пошуковий, проблемний. Відповідно, студенти мають змогу моделювати різноманітні демонстраційні досліди використовуючи всі способи поєднання слова вчителя із демонстраційним дослідом. Тренуватися вони можуть використовуючи віртуальний хімічний експеримент вдома і проводячи демонстрації на практиці (на лабораторному занятті).

Також, існують досліди з яскравим міжпредметним або історичним змістом. Проведення такого досліду з допомогою мультимедійної техніки дає можливість збагатити виховне значення досліду (формування наукового світогляду, збагачення знань історичними фактами відкриття законів і ін.). Також, наприклад, дослід із доведення дії закону збереження маси речовин в ході хімічних реакцій, можна провести ілюстративно - використавши посудину Ландольфа і розчини купрум (II) сульфату та натрій гідроксиду, проблемно - зважуючи речовини і об'єкти, котрі горять (свічка, папір) або використавши історичний підхід провести досліди А. Лавуазьє з металами (мідь запаяна в реторті) і довести дію закону шляхом яким він був відкритий. Віртуальна хімічна лабораторія використовуючи широкі між предметні зв'язки із фізикою (відеофрагмент із зміною агрегатних станів води) і біологією (досліди Ван Гельмонта з фотосинтезу), дає можливість сформулювати закон збереження маси речовин як єдиний закон природи

Вправи узагальнюючого характеру з техніки та методики демонстрування шкільних хімічних дослідів. Особливого значення набуває віртуальна хімічна лабораторія для студентів, які вже відпрацювали техніку проведення демонстраційних дослідів з реальним об'єктами і, тому, можуть більше уваги приділити підготовці до включення демонстраційного хімічного експерименту в урок, працювати над методикою проведення шкільного демонстраційного досліду з хімії. У такому випадку, (після вивченні дисципліни «Техніка шкільного хімічного експерименту»), студенти мають необхідні вміння проводити основні операції в шкільному хімічному експерименті (зважування, розчинення, фільтрування, висушування і ін.), володіють початковими експериментальними вміннями проводити шкільні демонстрації, а також, озброєні початковими

методичними вміннями із проведення демонстраційних дослідів за вчительським столом (вибирати локацію біля дошки, розміщувати об'єкти на демонстраційному столі, використовувати демонстраційний посуд і обладнання, застосовувати засоби унаочнення дослідів та ін.). Студенти мають можливість більше часу приділити методиці пояснення дослідів, а, саме, вибрати оптимальний темп для демонстрації (хронометраж), визначити мету дослідів і основні його елементи, на які необхідно звернути увагу учнів, організувати спостереження учнів за дослідом, критично проаналізувати матеріал необхідний для демонстрації, відкинути зайву інформацію котра розпорошує увагу учнів, вибрати спосіб проведення дослідів на уроці та описати пояснення дослідів і ін.

Також, важливим для використання віртуальної хімічної лабораторії, як засобу підготовки майбутніх вчителів хімії до проведення всіх видів шкільного хімічного експерименту, є її економічність, оскільки матеріальна база більшості навчальних закладів достатньо бідна. Повторювати віртуальні дослідів і коментувати їх студенти мають можливість необмежену кількість разів (тренуватися), вдома, в будь-який час, на відміну від реального експерименту, який може проводитися, максимально, кілька разів (мінімальна матеріальна база), тільки в спеціалізованій аудиторії (лабораторії методики навчання хімії), у присутності викладача або лаборанта.

Використання віртуальної хімічної лабораторії для діагностики та оцінювання сформованості вмінь проводити всі види шкільного хімічного експерименту. Віртуальна хімічна лабораторія дає можливість контролювати правильність формування методичних вмінь студентів, а також оцінювати знання правил техніки безпеки, поведіння з реактивами та обладнанням в шкільному хімічному кабінеті. Так, ми пропонуємо, використовувати в практиці навчання віртуальні контрольні роботи, які полягають в аналізі та виправленні помилок у спеціально відзнятих «хибних» відеофрагментах (відеофрагментах із помилками). Таким чином, контролюється не лише репродуктивне пояснення демонстраційних дослідів, а й вміння студентів складати власне правильне пояснення, розуміння необхідності дотримання всіх вимог до демонстраційного дослідів, готовність реалізовувати всі правила техніки безпеки під час проведення дослідів, усвідомлення зовнішнього вигляду (картини) хімічного експерименту, яким він повинен бути у сприйнятті учнів.

Прикладом такого «хибного» дослідів може бути відеофрагмент, який відтворює спалювання сірки в кисні і доведення кислотного характеру утвореного оксиду. Відеофрагмент ілюструє дослід, який починається із демонстрування сірки (в пляшечці) та пустої колби (із киснем), сірка набирається в ложку для спалювання, запалюється над пальником, вноситься в колбу з киснем, після згоряння в колбу наливається вода і додається фенолфталеїн. Студентам пропонується переглянути відеофрагмент, проаналізувати його та визначити помилки, яких припустився експериментатор.

Аналізуючи дослід, студенти відзначають:

✓ Фізичні властивості сірки учні можуть спостерігати, оскільки, бачать речовину в пляшці, а от переконатись в наявності в колбі кисню вони не можуть, оскільки не бачать, який саме газ набраний в колбу. Кисень потрібно набирати з газометра в ході дослідів, пояснюючи який це газ (кисень) перед учнями, щоб їм було зрозуміло, яка речовина знаходиться в

колбі або внести в отвір колби (з самого верху) тліючу скіпку – це переконає учнів в наявності кисню в колбі.

✓ Коли запалена сірка вноситься в кисень, колба обов'язково має бути закрита, оскільки, сульфур (IV) оксид є отруйною речовиною і виділення його в оточуюче середовище є шкідливим і неприпустимим. Колба під час проведення реакції має бути обов'язково закрита, бо це є основне правило техніки безпеки, якого слід дотримуватись під час проведення даного дослідів (ложка повинна бути вмонтована в корок для колби).

✓ Фенолфталеїн є індикатором на лужне середовище, тому використання його в такому досліді є необґрунтованим, оскільки фенолфталеїн в кислому середовищі залишиться безбарвним і переконливо довести кислотний характер сульфур (IV) оксиду з його допомогою неможливо. Необхідно використати лакмус або метилоранж.

Після проведеного аналізу студенти, спільно з викладачем, проводять обговорення визначених помилок та вносять пропозиції з вдосконалення техніки та методики проведення запропонованих дослідів, а також, вносять пропозиції з уніфікації хімічного експерименту з даної теми. Ми практикуємо роботу з визначення помилок в індивідуальній або груповій формах, коли студенти після проведення аналізу подають викладачу письмовий звіт із зазначенням помилок та поясненням їх можливих причин.

Особливо ефективним такий спосіб використання віртуальної лабораторії стає під час вивчення правил поведінки із хімічними реактивами та обладнанням шкільного хімічного кабінету. Фільмуються відеофрагменти, які відображають найтипівші порушення правил роботи в лабораторії: під час нагрівання пробірка не прогривається повністю, а нагрівається місце, де розміщена речовина; пробіркотримач затискається посередині пробірки; в ступці речовина не розтирається, а розбивається товчачиком; в пробірку для нагрівання наливається рідини більше за половину об'єму пробірки; палаюча спиртівка задувається, а не закривається кришкою і ін. Студенти переглядаючи відеофрагменти визначають помилки, яких припустилися демонстратори та пропонують правильні дії під час виконання основних операцій в шкільному хімічному експерименті.

Вправи на вибір демонстраційного дослідів, який найціквіше реалізує дидактичну мету. Використання віртуальної хімічної лабораторії має значні можливості для контролю рівня сформованості знань і вмінь студентів, особливо, вправи на вибір, коли студентам пропонується декілька відеофрагментів, з яких слід обрати правильний (той що відповідає завданню, розкриває дидактичну мету дослідів) і мотивовано пояснити свій вибір.

Опитування проводилось нами в двох групах: контрольній, де вивчення теми відбувалось традиційним груповим способом без використання віртуальної хімічної лабораторії та у експериментальній, де вивчення проводилось на основі використання відеофрагментів віртуальної хімічної лабораторії і задач - малюнків.

Нам вдалося отримати такі результати: 71,43% студентів контрольної та 95,65% експериментальної груп хоч частково уявляли послідовність дій під час проведення запропонованого дослідів; правильно обирали кількість реагуючих речовин та розуміли наслідки використання невірної кількості тільки 25%

респондентів контрольної та 69,57% респондентів експериментальної груп; визначати найефектніший спосіб переконливого доведення утворення продуктів реакції можуть 35,71% учасників контрольної та 73,91% учасників експериментальної груп; відчувають себе готовими до проведення запропонованого досліджу більше ніж на половину 60,71% студентів контрольної та 100% студентів експериментальної груп.

Висновки. Аналізуючи одержані результати ми дійшли висновку, що використання віртуальної хімічної лабораторії, як засобу формування експериментально-методичних знань і вмінь студентів, є ефективним. Дає можливість майбутнім вчителям хімії не тільки стати експериментаторами, а сформувати систему професійних вмінь необхідну для формування творчої особистості вчителя.

Список використаної літератури:

1. Ярошенко О.Г. Підвищення ефективності навчання хімічним дисциплінам у вищій школі засобами інформаційних технологій / О.Г.Ярошенко, Т.М.Деркач // Проблеми сучасної педагогічної освіти. Сер.: Педагогіка та психологія. Зб. статей: – Ялта, РВВ КГУ. – 2011. – С.138–144.
2. Валюк В.Ф. Методологічні основи системи формування інформаційно-методичної компетентності майбутнього вчителя хімії / В. Ф. Валюк // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини – К.: Науковий світ, 2012. – С. 59 - 66.
3. Добротин Д.Ю. Інтернет в обучении химии / Д.Ю. Добротин, А.А. Журин // Химия в школе — 2001. — №7. — С. 52–55.
4. Загорский В.В. Интернет ресурсы для учителя / В.В. Загорский // Химия в школе. — 2003. — №9. — С. 2–7.
5. McBride J.R. Teaching General Chemistry as a Distance Education Course [Електронний ресурс]. — The Technology Source, 2002. — Режим доступу: (<http://ts.mivu.org/default.asp?show=article&id=932>).
6. Anderson T., Elloumi F. Theory and Practice of Online Learning [Електронний ресурс] / Т. Anderson, F. Elloumi. — Athabasca University, 2004. — Режим доступу: (http://cde.athabasca.ca/online_book/).
7. Деркач Т.М. Інформатизація викладання хімії: від теорії до практики / Т.М. Деркач. – Д.: Вид-во ДНУ, 2011. – 245 с.
8. Прибора Н.А. Актуальність підготовки майбутніх вчителів до проведення хімічного експерименту з використанням інформаційних технологій / Н.А.Прибора // Теорія і практика сучасного природознавства. Збірник наукових праць - Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2008. – С.114-116.
9. Хімія. 7-11 класи [Текст] : програма для загальноосвіт. навч. закл. / підгот. Л. П. Величко, О. Г. Ярошенко. - К. ; Ірпінь : Перун, 2006. - 31 с.